PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-015994
(43)Date of publication of application : 22.01.1999

(51)Int.Cl. G06T 15/00
G06T 17/30
G06T 11/20

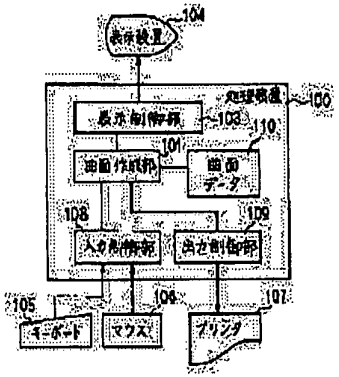
(21)Application number : 09-163744
(22)Date of filing : 20.06.1997

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI SOFTWARE ENG CO LTD
ASAHI GLASS CO LTD

(72)Inventor : HARIHARA TAMOTSU
SHIKAKURA TOMOKO
SASAKI MIKIHISA

(54) METHOD FOR CREATING CURVED SURFACE

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain such a transformational curved surface as to have smooth continuity by creating a transformational curved surface which includes points of designated moving destinations and includes a smooth interpolation curved line that contacts the original curved surface with a border of a transformation area.
SOLUTION: A border of a designated transformational area is set as graphic data that is represented by more than one parameter coordinate position on a main storage. When the point of the moving destination is indicated in accordance with each passing point group on the original curved surface, a curved surface creating part 101 sets the three-dimensional space coordinate point on the main storage. Next, it creates an interpolation line group that smoothly connects a point group of moving destinations and a part except the transformational area of the original curved surface. Then, an interpolation surface is created which interpolates a created interpolation line group and the part except a transformational area of the original curved surface in the form of having smooth continuity. The shape of a created interpolation surface is shown on a display 104 through a display controlling part 103. Next, numeric data showing the shape change of a created transformational curved surface is shown on the display 104 and the transformational curved surface is visually evaluated.



(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報（A）　(11)特許出願公開番号
特開平11-15994
(43)公開日　平成11年(1999)1月22日

(51)Int.Cl.*	識別記号	FI		
G06T 15/00		G06F 15/72	450	A
17/30		15/60	622	D
11/20		15/72	355	P

審査請求　未請求　請求項の数5　OL　（全8頁）

(21)出願番号　特願平9-163744
(22)出願日　平成9年(1997)6月20日

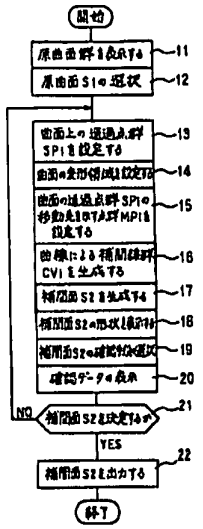
(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(71)出願人　000233055
日立ソフトウエアエンジニアリング株式会社
神奈川県横浜市中区尾上町6丁目81番地
(71)出願人　000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
(74)代理人　弁理士　小川　勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】曲面作成方法

(57)【要約】
【課題】　原曲面から変形した曲面を作成する方法において、変形曲面の作成と評価とを連続して行えるようにする。また変形曲面と変形領域外の原曲面とのつながり方に滑らかな連続性をもたせる。
【解決手段】　選択された原曲面Ｓ１上に通過点群ＳＰｉが指定され、ＳＰｉを囲む原曲面上の変形領域が指定され、原曲面上の各通過点に対応して原曲面外に移動先の点群ＭＰｉが指定されたとき、指定された各ＭＰｉを含み変形領域の境界線で原曲面に接する補間線ＣＶｉを生成し、補間線群ＣＶｉを含む補間面Ｓ２を生成して表示装置上に表示する。Ｓ２の確認手段（等高線、曲率の推移、法線の推移、原曲面との間の変形量の推移）の１つが指定されたとき確認データを表示する。ユーザが変形曲面Ｓ２を決定と判定するまで上記ステップを繰り返す。

図2



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】コンピュータを利用して原曲面から変形した曲面を作成する方法において、原曲面外の指定された３次元空間座標点を補間して原曲面に接するような変形曲面を生成するステップと、該変形曲面の形状を表示装置上に表示するステップと、該変形曲面の形状の変化を示す数値データを視覚的に表示装置上に表示するステップと、該変形曲面を決定するよう指示されるまで上記ステップを順に繰り返すことを特徴とする曲面作成方法。

【請求項２】変形曲面の形状の変化を示す数値データを表示するとき、該変形曲面に関する複数の等高線、曲率半径線の推移、法線の推移、原曲面との間の差分量の推移の表示を例とする複数の確認手段のうちの指定された１つの確認手段に基づいて表示することを特徴とする請求項１記載の曲面作成方法。

【請求項３】コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体上に実体化されたコンピュータプログラムであって、該プログラムは原曲面から変形した曲面を作成する下記ステップを含む：（ａ）原曲面外の指定された３次元空間座標点を含んで原曲面に接するような変形曲面を生成し、（ｂ）該変形曲面の形状を表示装置上に表示し、（ｃ）該変形曲面の形状の変化を示す数値データを視覚的に表示装置上に表示し、（ｄ）該変形曲面を決定するよう指示されるまで上記（ａ）（ｂ）（ｃ）を順に繰り返す。

【請求項４】コンピュータを利用して原曲面から変形した曲面を作成する方法において、原曲面上に少なくとも１つの通過点が指定され、該通過点を囲む原曲面上の変形領域が指定され、原曲面上の各通過点に対応して原曲面外に移動先の３次元空間座標点が指定されたとき、指定された移動先の点を補間して該変形領域の境界線で原曲面に接する滑らかな補間曲線を生成し、複数の補間曲線を補間する変形曲面を生成して該変形曲面の形状を表示装置上に表示することを特徴とする曲面作成方法。

【請求項５】原曲面上の通過点のうちの少なくとも１つは、該変形領域の境界線上に存在することを特徴とする請求項４記載の曲面作成方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータを利用する曲面作成方法に係わり、特にＣＡＤ（Ｃｏｍｐｕｔｅｒ Ａｉｄｅｄ Ｄｅｓｉｇｎ）／ＣＡＭ（Ｃｏｍｐｕｔｅｒ Ａｉｄｅｄ Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ）／ＣＡＥ（Ｃｏｍｐｕｔｅｒ Ａｉｄｅｄ Ｅｎｇｉｎｅｅｒｉｎｇ）／ＣＡＧＤ（Ｃｏｍｐｕｔｅｒ Ａｉｄｅｄ Ｇｅｏｍｅｔｒｉｃ Ｄｅｓｉｇｎ）／ＣＧ（Ｃｏｍｐｕｔｅｒ Ｇｒａｐｈｉｃｓ）において元の曲面形状を局所的に所望の曲面に変形する曲面作成方法に関する。

【０００２】

2

【従来の技術】従来のＣＡＧＤなどの分野において３次元の原曲面を目的に合った曲面に変形する方法として、変形する曲面の位置に球、円錐などの基本的な曲面を設定し、これらの曲面のデータを組み合わせることによって変形曲面を生成する方法がある。

【０００３】また特公平７－１２０４３７号公報に開示されるように、原曲面に対して作用点を含む変形領域を指示し、この変形領域内の各変形点の位置に基づいて曲面の各位置の相対的な変形率を表すベクトル場関数を求め、作用点について変形量及び方向を表す変形ベクトルを指定し、変形ベクトルとベクトル場関数を乗算したベクトルを変形曲面のベースとする方法がある。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】基本的な曲面データを組み合わせて変形後の曲面を生成する従来の方法は、曲面と曲面とのつながり方が不自然になり、滑らかな曲面を表現するには適していない。

【０００５】また特公平７－１２０４３７号公報に記載の方法は、変形曲面と変形領域外の原曲面とのつながり方に自然な滑らかさを保持することが困難である。また指示する作用点が１つに限られることと、原曲面の境界線上に作用点がある場合の曲面の変形に対応できないという問題もある。

【０００６】さらに以上のような方法によって変形曲面を作成した後、作成された変形曲面がユーザの満足するものか否か評価する手段が用意されていないという問題がある。

【０００７】本発明の目的は、変形曲面の作成と変形曲面の評価とを連続して行えるような曲面作成方法を提供することにある。

【０００８】本発明の他の目的は、変形曲面と変形領域外の原曲面とのつながり方に滑らかな連続性をもたせるような曲面作成方法を提供することにある。

【０００９】本発明のさらに他の目的は、指示する作用点が２つ以上である場合や原曲面の境界線上に作用点がある場合の曲面作成方法を提供することにある。

【００１０】

【課題を解決するための手段】本発明は、原曲面外の指定された３次元空間座標点を補間して原曲面に接するような変形曲面を生成するステップと、この変形曲面の形状を表示装置上に表示するステップと、変形曲面の形状の変化を示す数値データを視覚的に表示装置上に表示するステップと、変形曲面を決定するよう指示されるまで上記ステップを順に繰り返す曲面作成方法を特徴とする。

【００１１】また本発明は、原曲面上に少なくとも１つの通過点が指定され、この通過点を囲む原曲面上の変形領域が指定され、原曲面上の各通過点に対応して原曲面外に移動先の３次元空間座標点が指定されたとき、指定された移動先の点を補間して変形領域の境界線で原曲面

3

に接する滑らかな補間曲線を生成し、複数の補間曲線を補間する変形曲面を生成して変形曲面の形状を表示装置上に表示する曲面作成方法を特徴とする。なお原曲面上の通過点のうちの１つは、変形領域の境界線上又は頂点上に存在してもよい。

【００１２】なおコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体上に実体化されたコンピュータプログラムは、上記曲面作成方法の各ステップを含むものである。

【００１３】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態について図面を用いて詳細に説明する。

【００１４】図１は、本実施形態の情報処理装置の構成図である。処理装置１００は、表示制御部１０３、曲面作成部１０１、曲面データ１１０を格納する主記憶装置、入力制御部１０８及び出力制御部１０９から構成される。表示装置１０４は、処理装置１００に接続され、曲面の形状等を表示する装置である。キーボード１０５は、処理装置１００に接続され、３次元空間上の座標位置を表す座標値等の数値データを入力する装置である。マウス１０６は、処理装置１００に接続され、表示装置１０４に表示される曲面上の点や表示されるシンボル等を指示する入力装置である。プリンタ１０７は、処理装置１００に接続され、表示装置１０４に表示された曲面形状のハードコピー等を出力する装置である。曲面作成部１０１は、主記憶装置上の曲面データ１１０を読み取って表示制御部１０３を介して曲面形状の形式で表示装置１０４に表示し、キーボード１０５又はマウス１０６と入力制御部１０８を介して原曲面上の点とその移動先の点が指定されたとき、移動先の点を通過するような変形曲面のデータを作成して表示装置１０４上に表示し、完成した変形曲面を出力制御部１０９を介してプリンタ１０７に出力する処理部である。曲面作成部１０１は、処理装置１００の主記憶装置に格納されるプログラムを実行することによって実現される。表示制御部１０３、入力制御部１０８及び出力制御部１０９は、各々接続する装置を制御するハードウェア機構及び処理装置１００の主記憶装置に格納される制御プログラムを実行することによって実現される。また曲面作成部１０１のプログラムを処理装置１００によって読み取り可能な記憶媒体上に格納し、処理装置１００に接続される図示しない外部記憶装置を介して処理装置１００の主記憶装置に読み込むことが可能である。

【００１５】図２は、曲面作成部１０１の処理の流れを示すフローチャートである。曲面作成部１０１は、表示制御部１０３を介して主記憶装置上の原曲面群の形状データを図形の形式で表示装置１０４上に表示する（ステップ１１）。ここで原曲面データは、パラメトリック表現の曲面Ｓ（ｕ，ｖ）で表現されるデータである。Ｓ（ｕ，ｖ）は、平面、楕円面、２次錐面、柱面等の２次曲面を含む。パラメトリック表現の曲面は、図３に示す

4

ように格子状に配列された複数の四辺形面素（パッチ）から構成され、この曲面上の点の位置Ｐ（ｕ，ｖ）をＵ方向とＶ方向の座標軸に関するパラメタ座標位置と呼ぶ。パラメタ座標位置Ｐ（ｕ，ｖ）は、次式に示すように変換関数Ｒを介して３次元空間の座標位置Ｅ（ｘ，ｙ，ｚ）に変換される。

【００１６】Ｅ（ｘ，ｙ，ｚ）＝Ｒ（Ｐ（ｕ，ｖ））。

【００１７】図４は、表示装置１０４上に表示される原曲面群の形状図形の例を示す図である。原曲面４１の形状図形には、各原曲面を識別する曲面番号４２のような識別子が表示され、パッチの四隅の点又はパッチをさらに格子状の面素に細分した格子点の位置にはシンボル４３が表示される。オペレータがマウス１０６を介して曲面番号４２、シンボル４３又は原曲面４１のいずれかの点を指示することによって、原曲面４１を選択するか又は原曲面４１上の座標位置を入力することができる。

【００１８】次に表示される原曲面群の中からキーボード１０５又はマウス１０６を介して変形処理を加える原曲面Ｓ１が選択されると、曲面作成部１０１は選択された原曲面Ｓ１の曲面番号４２などの識別子を主記憶上に設定する（ステップ１２）。次に原曲面Ｓ１上の通過点群ＳＰｉ（ｉ＝０，１，・・・）がマウス１０６又はキーボード１０５を介して選択されると、その各パラメタ座標位置を主記憶上に設定する（ステップ１３）。通過点群ＳＰｉとしてマウス１０６を介して原曲面Ｓ１上の点に付されたシンボル４３の他に任意の点を指示することができる。またキーボード１０５を介して原曲面Ｓ１上の任意のパラメタ座標位置を数値によって入力してもよい。次にキーボード１０５又はマウス１０６を介して原曲面Ｓ１上に通過点群ＳＰｉを包含する変形領域が指示されると、指定された変形領域の境界線Ｃ（ｔ）を１つ以上のパラメタ座標位置によって表現される図形データとして主記憶上に設定する（ステップ１４）。

【００１９】図５は、変形領域の指定方法を説明する図である。５１は原曲面Ｓ１、５２は変形領域を示す。また５３は変形領域を定義するための点であり、５４は変形領域の境界線である。図５（Ａ）は、変形領域５２が矩形である場合の例であり、変形領域５２はその対角の２つの点５３を指示することによって定義される。図５（Ｂ）は、変形領域５２が多角形の場合であり、変形領域５２はこの多角形の頂点となる点５３を指示することによって定義される。あるいはマウス１０６を介して原曲面Ｓ１上に自由な閉曲線を描き、この閉曲線を多角形によって補間することも可能である。

【００２０】図６は、変形領域と通過点群ＳＰｉとの関係を説明する図である。図６（Ａ）は、通過点群ＳＰｉがすべて原曲面Ｓ１の内部にある場合に定義できる変形領域５２の例を示す。図６（Ｂ）は、通過点群ＳＰｉの中に原曲面の境界線上の点を指示するＳＰｉが存在する場合に定義可能な変形領域５２の例を示す。図６（Ｃ）

5

は、通過点群ＳＰｉの中に原曲面の頂点（隅の点）を指示するＳＰｉが存在する場合に定義可能な変形領域５２の例を示す。

【００２１】次にキーボード１０５またはマウス１０６を介して原曲面Ｓ１上の各通過点群ＳＰｉに対応してその移動先の点ＭＰｉが指示されると、曲面作成部１０１はその３次元空間座標点を主記憶上に設定する（ステップ１５）。オペレータが移動先の点ＭＰｉを指示するに当っては、あらかじめ表示装置１０４上に３次元空間座標点または３次元空間上の曲線Ｌ（ｔ）を表示しておいてマウス１０６を介して表示された点又は曲線Ｌ（ｔ）上の点を指示すれば、視覚的に点ＭＰｉを指示できる。

【００２２】図７は、移動先の点ＭＰｉを指示する方法を説明する図である。移動先の点ＭＰｉの３次元座標位置ＭＥｉ（ｘ，ｙ，ｚ）は、あらかじめ表示された３次元空間座標点７１又は３次元空間上の曲線７２上の点を指示することによって設定される。あるいはキーボード１０５を介して３次元座標位置ＭＥｉ（ｘ，ｙ，ｚ）の各座標値を直接入力したり、点ＳＰｉの移動量を表すベクトル量Ｖｉ（ｘ，ｙ，ｚ）を入力してもよい。点ＭＰ＊ｉの位置ベクトルは次の式で算出される。

6

【００２３】点ＭＰｉの位置ベクトル＝点ＳＰｉの位置ベクトル＋Ｖｉ（ｘ，ｙ，ｚ）。このようにして移動先の点群ＭＰｉが設定されたとき、移動先の点群ＭＰｉと原曲面Ｓ１の変形領域外の部分を滑らかに結ぶ補間線群ＣＶｉを生成する（ステップ１６）。

【００２４】例えばＶ方向を固定とし、Ｕ方向に配列された移動先の点群をＭＰｉｊ（ｊ＝０，１，・・・ｎ）と表現する。ここでＵ方向に沿った補間線ＣＶｉについて変形領域の一方の境界線上の点ＭＰｉｊ（ｊ＝０）を始点とし、他方の境界線上の点ＭＰｉｊ（ｊ＝ｎ）を終点とすれば、ＭＰｉｊ（ｊ＝０）及びＭＰｉｊ（ｊ＝ｎ）は原曲面Ｓ１上の点又はユーザによって指定された原曲面Ｓ１外の点のいずれかであるからその３次元空間位置座標は明らかである。そこでＭＰｉｊを滑らかに補間するスプライン関数Ｑｊ（ｊ＝０，１，・・・ｎ－１）を用いて次の式によってＵ方向に沿った補間線ＣＶｉを求めることができる。

【００２５】

【数１】

$$CVi = \sum_{j=0}^{n-1} Qj(MPij)$$

（数１）

【００２６】ただしＭＰｉｊ（ｊ＝０）及びＭＰｉｊ（ｊ＝ｎ）のうち、原曲面Ｓ１上の点についてはＣＶｉの微分係数は０である。また必要に応じてＣＶｉのＮ階の微分は連続性を保持していなければならない（例えば曲線ＣＶｉの曲率が連続であるためにはＮ＝２階微分が連続であること）。同様にｊを固定にしたときのＭＰｉ（ｉ＝０，１，・・・ｍ）ｊについてもＶ方向に沿った補間線ＣＶｊを求めることができる。

【００２７】図８は、補間線ＣＶｉの例を示す図である。図８（Ａ）は、点ＳＰｉがすべて原曲面Ｓ１の境界線の内側に存在する場合の補間線ＣＶｉの例を示す図である。この例では原曲面Ｓ１が平面とするとき、通過点ＳＰｉに対応する移動先の点ＭＰｉを通り変形領域５２の境界線上で原曲面Ｓ１と接する補間線ＣＶｉを生成している。図８（Ｂ）は、通過点群ＳＰｉの中に原曲面Ｓ１の境界線上の点に位置するＳＰｉが存在する場合の補間線ＣＶｉの例を示す図である。この例では原曲面Ｓ１が平面とするとき、原曲面Ｓ１の境界線上の点に位置するＳＰｉに対応する移動先の点ＭＰｉを通り対辺となる※※変形領域５２の境界線上で原曲面Ｓ１と接する補間線ＣＶｉを生成している。この補間線ＣＶｉをすべての移動先の点ＭＰｉについて各々Ｕ方向及びＶ方向に関して生成する。図９は、このようにして生成した補間線群ＣＶｉの例を示す図である。

【００２８】次に生成した補間線群ＣＶｉと原曲面Ｓ１の変形領域外の部分を滑らかな連続性をもつような形で内挿された補間面Ｓ２の生成を行う（ステップ１７）。

【００２９】補間線群ＣＶｉをＣＶｊｋ（ｊ＝０，１，・・・ｎ；ｋ＝０，１，・・・ｍ）と表現する。ここでＣＶｊｋ（ｊ＝０；ｋ），ＣＶｊｋ（ｊ＝ｎ；ｋ），ＣＶｊｋ（ｊ；ｋ＝０）及びＣＶｊｋ（ｊ；ｋ＝ｍ）は変形領域の境界線を共有する曲線又は境界線に対応する曲線である。そこでＣＶｊｋを滑らかに補間するスプライン関数Ｂｊｋ（ｊ＝０，１，・・・ｎ－１；ｋ＝０，１・・・ｍ－１）を用いて次の式によって補間面Ｓ２を求めることができる。

【００３０】

【数２】

$$S2 = \sum_{j=0}^{n-1} \sum_{k=0}^{m-1} Bjk(CVjk)$$

（数２）

【００３１】ただし変形領域の境界線が原曲面Ｓ１に一致する部分では、この境界線と直交する方向のＳ２の偏微分は０である。また必要に応じてＳ２のＮ階の偏微分は連続性を保持していなければならない。

【００３２】次に作成した補間面Ｓ２の形状を表示制御部１０３を介して表示装置１０４上に表示する（ステップ１８）。このとき原曲面Ｓ１の形状に重ねて表示色を変えた補間面Ｓ２の形状を表示する。

7

【００３３】次に作成された変形曲面Ｓ２の形状の変化を示す数値データを表示装置１０４に表示して変形曲面Ｓ２を視覚的に評価する。まず表示装置１０４上に変形曲面Ｓ２の確認手段の候補を表示し、オペレータの選択を待つ（ステップ１９）。確認手段の候補としては、例えば変形曲面Ｓ２の等高線データ、曲率半径線、法線、変形による原曲面Ｓ１との差分量等がある。キーボード１０５又はマウス１０６を介して確認手段が選択されると、変形曲面Ｓ２の確認データを表示装置１０４上に表示する（ステップ２０）。

【００３４】図１０は、原曲面Ｓ１を基準とする変形曲面Ｓ２の等高線の表示例を示す図である。図１１は、指定された補間線に沿って曲率半径線の推移を表示する例を示す。図１２は、変形曲面Ｓ２の補間線に沿って法線の推移を表示する例を示す。図１３は、指定された補間線について変形による原曲面Ｓ１との差分量の推移を表示する例を示す。横軸にパラメタ値をとり、縦軸に差分量をとる。

【００３５】曲面作成部１０１は、変形曲面Ｓ２を決定するか又は再設定するかの選択肢を表示装置１０４上に表示し、オペレータの選択を待つ（ステップ２１）。オペレータが変形された変形曲面Ｓ２に満足できない場合には、再設定を選択する。再設定が選択されると（ステップ２１ＮＯ）、ステップ１３に戻ってユーザが満足するまで上記処理を繰り返す。

【００３６】変形曲面Ｓ２の決定が選択されたとき（ステップ２１ＹＥＳ）、作成された変形曲面Ｓ２の形状データを外部記憶装置に保存したり、表示装置１０４上に表示するとともにプリンタ１０７上に出力し（ステップ２２）、処理を終了する。

【００３７】上記のようにしてユーザは、原曲面が変形される状態を確認しながらコンピュータに対して対話的に所望の変形曲面を作成していくことができる。

【００３８】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、指定された移動先の点を含み変形領域の境界線で原曲面に接する滑らかな補間曲線を生成し、複数の補間曲線を含む変形曲面を生成するので、変形領域外の原曲面とのつながり方が滑らかな連続性をもつような変形曲面を得ることができる。また変形曲面の作成と変形曲面の評価とを連続して行うことができ、ユーザが評価結果に満足できないときには、何回でも変形曲面の作成を繰り返して行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】実施形態の情報処理装置の構成図である。

【図２】実施形態の曲面作成部１０１の処理の流れを示すフローチャートである。

【図３】パラメトリック曲面の例を示す図である。

【図４】実施形態の表示される原曲面群の形状図形を示す図である。

【図５】実施形態の変形領域の指定方法を説明する図である。

【図６】実施形態の変形領域と通過点群ＳＰｉとの関係を説明する図である。

【図７】実施形態の移動先の点ＭＰｉを指示する方法を説明する図である。

【図８】補間線ＣＶｉの例を示す図である。

【図９】生成した補間線群ＣＶｉの例を示す図である。

【図１０】変形曲面の等高線の表示例を示す図である。

【図１１】変形曲面の曲率分布の表示例を示す図である。

【図１２】変形曲面の法線の表示例を示す図である。

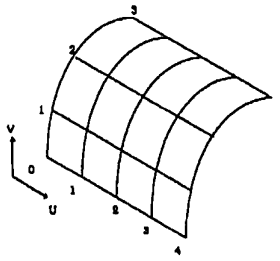
【図１３】変形曲面の原曲面に対する差分値の表示例を示す図である。

【符号の説明】

１０１：曲面作成部、１１０：曲面データ

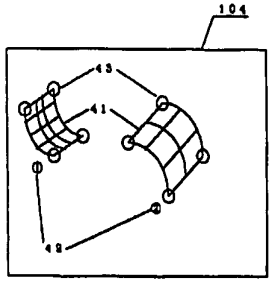
【図３】

図３



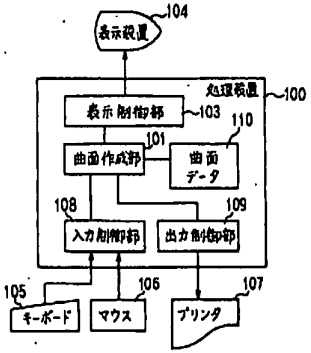
【図４】

図４



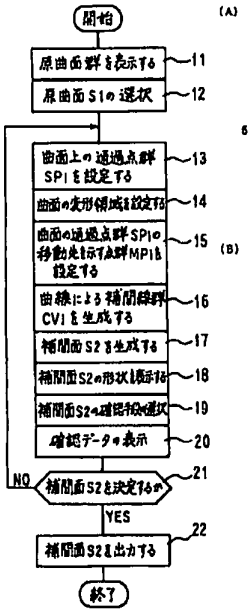
【図1】

図1



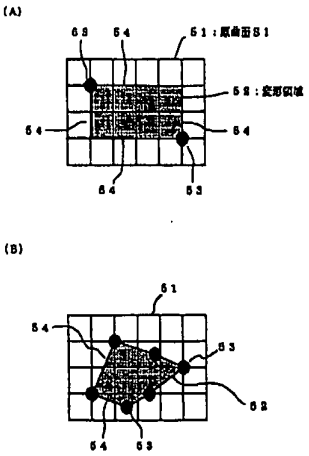
【図2】

図2



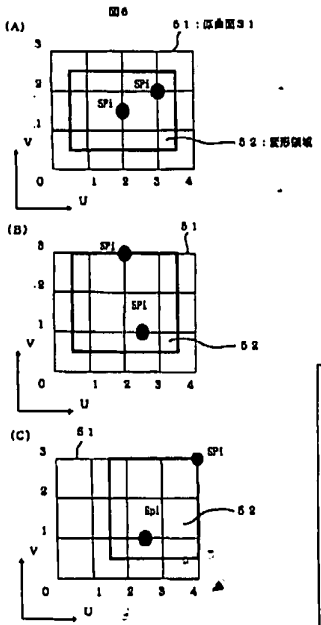
【図5】

図5



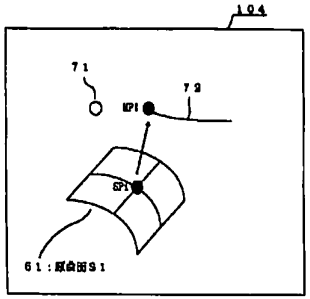
【図6】

図6



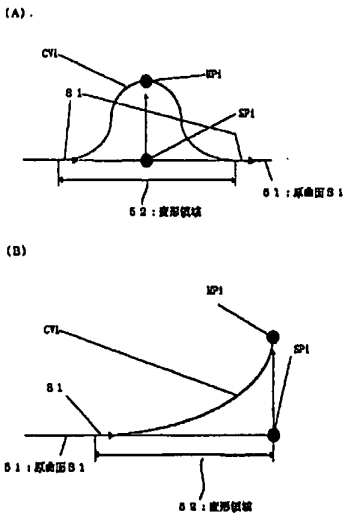
【図7】

図7



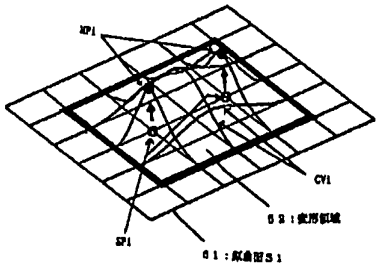
【図8】

図8



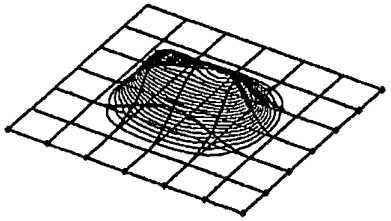
【図9】

図9



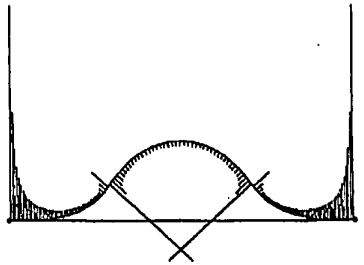
【図10】

図10



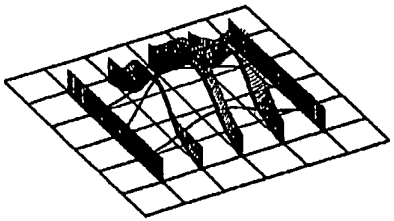
【図11】

図11



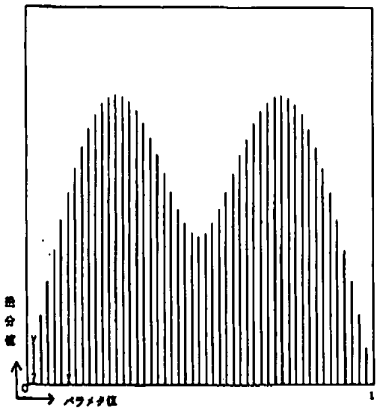
【図12】

図12



【図１３】

図１３



フロントページの続き

(72)発明者　針原　保
神奈川県横浜市中区尾上町６丁目81番地
日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社内

(72)発明者　鹿倉　智子
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町5030番地　株式会社日立製作所ソフトウェア開発本部内

(72)発明者　佐々木　幹尚
東京都千代田区丸の内二丁目１番２号　旭硝子株式会社内